[illegible]

[illegible] sistema [illegible] anglo-americano

[illegible]

[illegible]IFICAZIONE DEGLI SPURGHI DELLE FOGNE

CONFERENZA

[illegible]

TORINO
[illegible]

Estratto dagli ATTI DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI
Anno XXXVIII — Fasc. 5°

Di un sistema naturale anglo-americano

PER LA

PURIFICAZIONE DEGLI SPURGHI DELLE FOGNE

CONFERENZA

del Socio Ing. S. FRIZZONI, *letta nell'adunanza del 16 aprile 1904*

Con sei figure



TORINO
TIP. LIT. CAMILLA E BERTOLERO DI N. BERTOLERO
Via Bodoni, 2 e Carlo Alberto, 33
1904.

Signori,

Vogliate ascoltare stassera alcune spiegazioni relative ad un processo naturale per purificare gli spurghi delle fognature, processo che li rende inodori, limpidi come l'acqua e privi d'ogni putredine. Non è il caso di risollevare la questione se convenga un canale unico per le acque bianche e nere, o se sia preferibile una

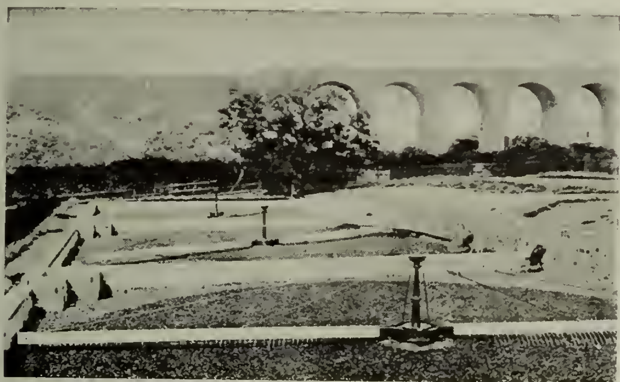


Fig. 1. — Impianto di Bolsover.

doppia canalizzazione. Tutti due i sistemi possono accordarsi benissimo col processo così detto naturale di purificazione, e si capisce che anche le acque di pioggia debbano subire questo trattamento, poichè esse lavano cortili e strade, e quindi restano grandemente inquinate.

Fino a questi ultimi anni pareva una questione completamente oziosa l'occuparsi di tali spurghi, una volta che fossero allontanati dalla città o dall'abitato. Anche adesso, nelle campagne, essi vengono per la maggior parte cosparsi sopra i prati, e nelle città che hanno la fognatura pubblica vengono immessi nei corsi d'acqua. Tutti sanno che tanfo esalano laddove sboccano nel fiume, in cui pur vanno a bagnarsi i cittadini e in cui le lavandaie sbattono le nostre biancherie. Le

acque così imputridite fanno anche scemare nelle vicinanze il numero dei pesci, che pure dovrebbero costituire una risorsa per la classe povera, e d'altra parte mi pare che deve ispirare una certa ripugnanza il cibarsi di pesci che pappano tali materie immonde.

In alcune città si dànno pure qualche volta dei casi di tifo, di cui generalmente si vuol far risalire l'origine all'acqua potabile. Ciò diventa veramente possibile laddove le condotte d'acqua non sieno state eseguite secondo le norme dell'arte, e la causa prima allora consiste nell'abitudine che hanno i contadini di concimare i loro poderi colle materie escrementizie.

Invece che pel tramite delle condotte d'acqua, è più verosimile che le materie escrementizie propaghino i germi della malattia mediante le insalate e gli ortaggi, oppure inquinando altre acque, le quali vengono bevute dalle persone o direttamente dissetandosi, o indirettamente nel latte delle vacche.

Guardando il problema anche dal lato economico, è evidente che gran parte delle materie fertilizzanti va a perdersi nei fiumi colle fognature, e l'altra parte che viene sparsa nei campi non ne contiene che una minima percentuale sotto la forma più utile dell'azoto nitrico.

Considerando adunque la questione sotto tutti gli aspetti, e della pulizia, e della salute, e dell'utilità agricola, valeva la pena, secondo alcuni scienziati, di indagare se vi fosse qualche mezzo per migliorare lo stato attuale delle cose.

Vi hanno meditato sopra fino gli antichi legislatori, e fra essi è certamente degno di nota Mosè. Pare che anch'egli intendesse seguire in ciò un sistema naturale, l'unico che gli era possibile, conformandosi a quanto vedeva fare per istinto speciale dagli animali carnivori, e ordina nel Deuteronomio che gli escrementi vengano ricoperti di terra e di sabbia. Ordina pure di portare fuori degli alloggiamenti tutte le spazzature, perchè vengano poscia bruciate.

Lasciando ora da parte le citazioni storiche, e attenendoci al presente, vediamo quali siano i sistemi adottati all'estero per trattare gli spurghi delle fognature.

Alcuni sono partiti dal principio che, per impedire la putredine delle acque, convenisse togliere da esse la maggior quantità possibile delle materie organiche sospese, e perciò si sono dati cura di precipitare queste materie con dei reagenti chimici. Questo è il sistema stato usato in gran parte a Londra, dove tutto il precipitato sotto forma di melma viene poi giornalmente trasportato al mare da una vera flottiglia di barche. In altri posti, per esempio, a Milano, tutte le acque luride vengono fatte effluire sopra una grande estensione di terreno acconcio, attraverso cui si filtrano e disperdono.

In Inghilterra, da qualche anno a questa parte, viene invece assai usato il sistema così detto naturale, di cui vi parlerò stassera, perchè è l'unico di cui mi sia occupato e di cui abbia visto qualche impianto. Confesso che me ne sono occupato a preferenza degli altri, perchè è basato tutto su processi naturali. Quanto più nelle nostre cose ci avviciniamo ai metodi semplici della natura, tanto più credo possiamo sperare che i risultati saranno i migliori conseguibili.

Chi di voi ha letto il *Faust* di Goëthe, ricorderà che l'amico suo, il dottor

Wagner, trovava un po' troppo futile il sistema generalmente seguito per fabbricare gli uomini, e si era messo in capo l'idea di fabbricarne uno su principii più scientifici, e veramente riuscì nell'impresa, ma dai suoi pasticci ne venne fuori un *homunculus* così piccino, mingherlino e anemico che per farlo vivere doveva tenerlo al riparo dentro una fiala di vetro, perchè l'aria non gli facesse male. Questo non è che un simbolo, ma sappiamo che il Goëthe, oltre all'essere un gran poeta, era un vero e profondo osservatore della natura.

Dietro tali idee, essendo capitato in Inghilterra, ho cercato, a preferenza di altri sistemi, di vedere qualche impianto fatto col sistema naturale. Tanto più che, anni addietro, ne avevo sentito a parlare con ammirazione da un industriale che l'aveva adottato nel suo opifizio, l'elettricista Crompton, e che valenti professori d'ingegneria sanitaria delle nostre università cercavano di diffonderne la conoscenza e lo tenevano in gran conto.

Tutti sappiamo quale grande lotta si sia combattuta nel secolo scorso fra l'illustre Pasteur ed il Liebig circa la vita supposta spontanea di certi germi della putrefazione, e come la vittoria sia rimasta all'illustre francese, il quale sosteneva che ogni essere vivente doveva certamente venir procreato da un altro suo simile.

Pasteur aveva allora studiato ampiamente, oltre al fenomeno della putrefazione, anche quello della fermentazione, ed aveva scoperto l'esistenza non solo dei bacteri che vivono nell'aria e si chiamano aerobi, ma anche di altri che vivono fuori dell'aria e si chiamano perciò anaerobi.

Ma queste ricerche e le loro applicazioni pratiche erano rimaste circoscritte ad altri campi che non quelli dell'ingegneria civile.

Pasteur e i suoi discepoli sapevano bene che la natura era costantemente al lavoro per sbarazzare le piante e gli animali dei loro detriti organici, e sapevano pure che tale lavoro veniva compiuto per mezzo di micro-organismi, che riducevano tutte le sostanze organiche ai loro elementi inorganici; ma in realtà nessuno di loro si era immaginato che questi processi naturali potessero applicarsi alle fognature.

Dopo il Pasteur, altri scienziati avevano studiato problemi analoghi. Il Warrington, per esempio, aveva scoperto che quando si concimano le piante, prima che il concime possa agire sulle radici, deve essere stato già convenientemente trasformato da qualche colonia di bacteri. Ma nè Warrington, nè Marie Davie avevano pensato a trasformare quei concimi che le acque luride contengono naturalmente.

Nell'ordine pratico dei lavori d'ingegneria, un primo passo verso la soluzione del problema era però stato fatto dal Mouras colle sue fosse doppie. La prima fossa è chiusa ermeticamente e vi entrano le acque e le materie fecali, e vi si spappolano e disciolgono, e poi vanno nel secondo serbatoio. Da questo secondo serbatoio vengono pompate e possono servire ad inaffiare prati e giardini.

Un mio vicino ha fatto uso delle fosse Mouras da circa 18 anni a questa parte, e nel frattempo non ha mai dovuto svuotare la prima vasca per accumulo di melma al fondo. Il liquido che estraeva dalla seconda fossa restava d'un color paglierino, e bisogna convenire che esso non aveva perduto tutto il suo odore. Il

padrone di casa mi confessava inoltre che l'azione fertilizzante dell'acqua non era molto apprezzabile.

Altri esperimenti erano pure stati fatti nel Massachussets, dove gli ufficiali sanitari, seguendo tutto un altro ordine di idee da quello seguìto dal Mouras, cercavano di far affluire le acque dalle fogne sopra varie specie di filtri all'aria aperta, costrutti con sabbia o con ciottoli, e studiavano i vari gradi di purificazione ottenuta; ma essa non era mai completa.

Quasi contemporaneamente altri si occupavano del problema in Inghilterra, e specialmente il Cameron di Exeter, il Dibdin di Londra e lo scozzese Scott-Monerieff.

Questi costrusse nel 1891 una così detta « vasca di coltivazione », in cui scaricava le acque della sua casa di campagna. Questa vasca era semplicemente una fossa poco profonda, ripiena di pietre, ed agiva rapidamente come una fossa Mouras.

Incoraggiato dal risultato, continuò le sue ricerche, e così venne alla conoscenza di fatti a cui nessuno badava. Ebbe sentore, per esempio, di pozzi neri che non erano mai stati vuotati da anni, ed in cui non c'era al fondo accumulo di materia solida. Essendo poi capitato un giorno in una vecchia casa nelle Isole Ebridi, scoperse che lo scarico della fogna era chiaro e senza odore come l'acqua di fonte e non dava alcun segno di polluzione nel prato, dove effluiva. Constatati questi fatti, continuò le sue ricerche, e potè, dopo qualche anno, fondare e promuovere col Cameron e col Dibdin il nuovo sistema di purificazione, detto sistema naturale o bacteriologico.

Per darvene un'idea, permettetemi di farvi una breve descrizione di due im-



Fig. 2. — Impianto di Farington.

pianti da me visti: poi vi dirò quanto ho letto circa i cambiamenti chimici che hanno luogo durante la purificazione e infine qualche norma costruttiva.

Essendo stato presentato alla Casa Mather e Platt di Manchester, uno dei direttori mi fece accompagnare da suo figlio al loro impianto di Farington. Prendemmo la ferrovia che conduce a Preston, e il viaggio, mi pare, durò circa un'ora.

Durante tutto il tragitto, mirando la campagna leggermente ondulata e sempre verde, raramente rallegrata dal sole (eravamo d'inverno), vedevo seguirsi l'un l'altro villaggi e fabbriche e cascinali, e, quando non erano troppo discosti, ero stupito di vedervi accanto vasche rettangolari o circolari, piene di liquido o di pietre. Chiesto al mio compagno a che cosa servissero quelle vasche, mi disse che erano appunto vasche per la depurazione degli spurghi delle abitazioni o delle acque industriali delle fabbriche. Parte erano basate sull'uso dei reagenti chimici e parte sull'azione dei bacteri.

Le leggi inglesi sono assai severe in rapporto alle acque sporche, ed in ogni distretto l'ufficiale sanitario deve esaminare il loro grado di depurazione prima che si possano immettere nei fiumi o nei canali o spargerle sui campi.

Giunti a Preston, con una vettura ci facemmo condurre all'impianto di Farington. Esso giace lungi dall'abitato sopra un terreno a declivio. Due tubi collet-

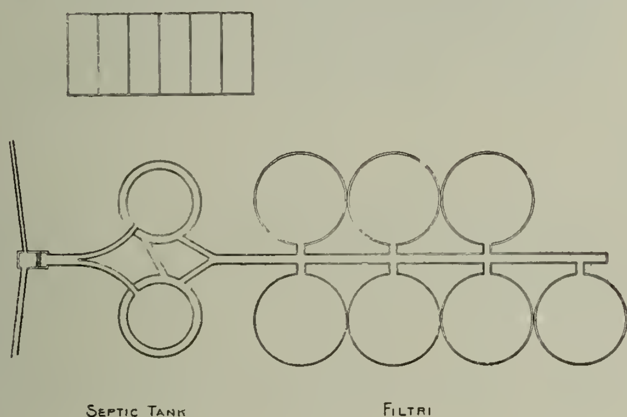


Fig. 3.

tori, provenienti dalle due frazioni separate del paesello, portano promiscuamente le acque sporche di fogna e le acque di pioggia al canale collettore di muratura, con cui comincia l'impianto.

Lo scarico nei tempi asciutti non è gran cosa; 50 000 galloni ossia 225 000 litri al giorno.

Al principio del canale c'è subito una piccola vasca, dove si depositano le sabbie e i minerali trascinativi dalla pioggia. In questa vasca alcune griglie arrestano gli oggetti galleggianti più voluminosi.

Da questa camera di deposito gli spurghi passano in una vasca, detta la Septic Tank. Ve ne sono due di queste vasche e si adoperano alternativamente.

A Farington esse sono scoperte e profonde circa m. 3,50.

Il mio giovane Cicerone mi spiegò che in esse ha luogo l'azione dei microbi anaerobi, i quali si gettano voracemente su tutte le materie organiche sospese e le disciolgono nel liquido. Disciolgono legno, carta, verdure, cellulose, tutto; solo

la guttaperca è un po' troppo grave pei loro stomachi e non si scioglie. Confesso che fino allora avevo dato ben poca considerazione alla capacità dei microbi, ma là capii quanto fosse falso l'assioma degli antichi : *De minimis non curat praetor.*

Il loro lavorio era evidente. L'acqua pullulava di bollicine di gas che si svolgevano d'ogni parte, benchè il liquido non potesse trovarsi nella vasca che da poche ore. Esso aveva alla superficie quasi dei fremiti e pareva si gonfiasse sotto l'azione di quei milioni di chimici invisibili. A onor del vero debbo tuttavia aggiungere che la trasformazione liquefacente non è perfetta nell'impianto di Farington e al fondo della vasca si deposita della melma.

La casa costruttrice ha perciò provvista la Septic Tank d'un apparecchio a spazzola, e a tempo debito un inserviente, girando una manivella, fa scorrere la spazzola sul fondo e riversa tutta la melma in alcune altre vasche vicine. Il liquido che sfugge fuori viene ripompato e la melma quando è secca vien portata via e nei paesi più progrediti viene bruciata insieme alle spazzature della città.

Quando il liquido è rimasto abbastanza nella Septic Tank, cioè dalle 8 alle 24 ore, passa in un secondo canaletto, da cui viene distribuito sui letti filtranti a subirvi la ossidazione finale, cosa questa che viene effettuata dai microbi aerobi.

I letti filtranti a Farington sono 7, tre a sinistra e quattro a destra del canale adduttore. Hanno la forma circolare, l'area di 60 mq. ciascuno, e la profondità di m. 0,90. Il materiale filtrante mi pare sia il clinker, ossia scorie di carbone.

Questi letti filtranti sono la parte più delicata di tutto l'impianto. Dapprima la casa costruttrice, seguendo l'idea del Dibdin, immetteva il liquido dentro tutte le vasche filtranti contemporaneamente e ve lo lasciava per un periodo piuttosto lungo, credo di due ore. Ma il liquido non era ben purificato e facendolo poi fluire sul prato vicino, questo, dopo un po' di tempo, dava segno di saturazione e di putredine. Dopo ripetuti cambiamenti addottarono il sistema seguente.

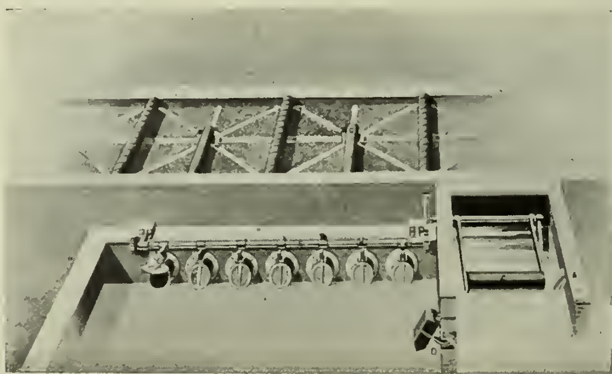


Fig. 4.

Il canaletto che esce dalla Septic Tank, è munito presso ogni letto filtrante, di una valvola a contrappeso con sifone, la quale si apre automaticamente quando il liquido raggiunge una certa altezza nel canale.

Sgorgando dalla valvola, l'acqua scorre dentro un tubo nascosto sino al centro del letto filtrante e quivi salendo fa girare per rinculo il distributore. Questo non è che un solido tubo, aperto superiormente, disposto a diametro del circolo, girevole sovra un perno nel centro del filtro e tutto bucherellato dal centro alle estremità.

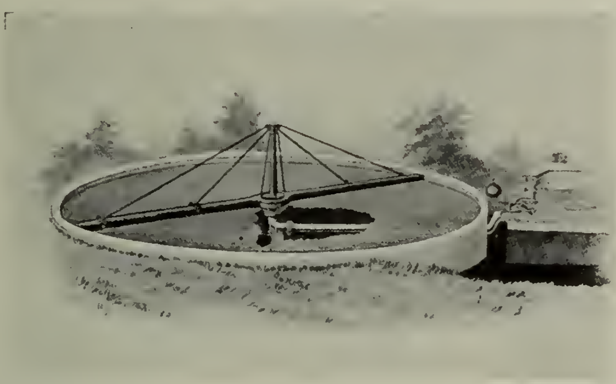


Fig. 5.

I buchi sono studiati in modo che l'acqua zampilla fuori in tanti getti proporzionali all'area che devono spruzzare. Questo spruzzamento si fa di 5 in 5 minuti.

Il meccanismo ora descritto funziona con pieno successo e ininterrottamente da qualche anno.

Volli naturalmente dare anche un'occhiata al liquido filtrato e devo confessare che esso mi parve completamente chiaro e pulito. A qualche entusiasta il verde dei prati e la tersità dell'acqua avrebbero potuto richiamare alla mente il ben noto verso del Petrarca

chiare, fresche e dolci acque...

Dico questo, perchè conobbi a Torino un entusiasta, che si diceva pronto a bere l'effluente: atto non consigliabile, perchè il liquido, che esce dai filtri anche più buoni, benchè non sia più capace di putrefazione, è tuttavia carico di molti bacilli.

L'impianto ora descritto di Farington è fatto sul sistema della Septic Tank di Cameron.

Il secondo da me visitato serve a purificare le acque scaricate da una villa e fu fatto secondo le norme dello Scott-Monerieff. Questi volle gentilmente mostrarmi l'impianto personalmente, e una mattina ci recammo insieme per ferrovia ad Ascott, celebre per le corse dei cavalli. Dopo qualche minuto di cammino arrivammo al cancello della villa e penetrammo nel parco ricco d'alberi e situato sopra un terreno ondulato e in declivio. Le vasche di purificazione giacciono piuttosto lontane dalla villa in un prato. Il tubo che porta gli spurghi dei cessi e le acque della cucina e dei bagni, sbocca dapprima in un pozzetto coperto, dove si depositano le sabbie.

Poi scende con forte inclinazione al fondo della prima vasca riservata ai microbi anaerobi. Lo Scott-Monerieff usa riempirla di scapoli e boccie di pietra, attraverso cui il liquido sale lentamente fino al suo livello naturale quasi a fior di terra.

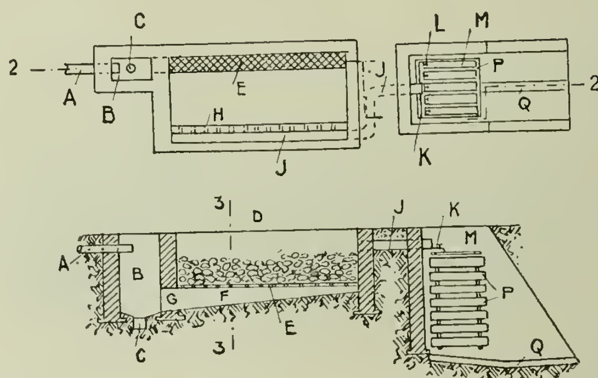


Fig. 6.

Scopo di queste pietre è quello di provvedere un nido, un appoggio alle vastissime colonie di microbi anaerobi che devono poi lavorare attorno la materia greggia e scioglierla. S'intende che il liquido vien fatto salire dal basso in alto per espellere l'aria della vasca; se lo si facesse scendere dall'alto in basso attraverso le pietre, ciò servirebbe ad aspirarvi dentro l'aria per richiamo come avviene nelle successive vasche aerobiche.

Sopra il livello dell'acqua, in cima ai grossi scapoli, si trova uno strato di ciottolini e di ghiaia, che serve come di coperchio alla vasca.

A questa vasca anaerobica segue subito la vasca aerobica, anzi vi è addossata. Essa consta non più di un filtro circolare scoperto, ma di una cameretta coperta da vôlta, e divisa orizzontalmente da 7 piani di filtri.

I muricciuoli laterali della cameretta e quello frontale sono traforati per dar libero passaggio all'aria, cosa possibile perchè ivi il terreno fa scarpa e la cameretta resta fuori terra.

Il materiale dei filtri consiste di pietruzze, sorrette da piani di terra cotta, larghi un palmo ed accostati l'un l'altro. Lo spessore del loro letto è di 15-16 centimetri e lo spazio arioso tra un piano e l'altro è di 5 cent. L'altezza totale resta di circa m. 1,50.

Il liquido, carico delle materie organiche disciolte, uscito dalla vasca anaerobica, corre per vari tubi su tutta la superficie superiore del primo piano di filtri e poi cade gocciolando da un piano all'altro e quando esce dagli ultimi filtri a terra è perfettamente limpido e nitrificato. Risultato splendido ottenuto in 8-10 minuti.

Come ho già accennato varie volte, due sono le qualità di bacteri che lavorano nel sistema naturale di fognatura; quelli anaerobici a disciogliere le materie solide, quelli aerobi a mineralizzarle, ossidarle, nitrificarle.

Questi bacteri si trovano naturalmente negli escrementi, e si sviluppano poi in colonie nelle vasche. Ad essi vanno frammiste notevoli varietà di altri bacteri, e quando gli spurghi sono allo stato naturale il loro numero è enorme, parecchi milioni al centimetro cubo. Fra essi il numero degli anaerobi ha una proporzione che varia dal 5 al 25 o|o. Questi anaerobi si distinguono in bacteri assolutamente anaerobi, i quali, non possono vivere affatto in presenza dell'aria, ed in altri solo relativamente anaerobi, una specie di anfibi che vivono nell'aria e fuori dell'aria, ma meglio fuori del contatto dell'aria.

Il dott. Rideal dà un lungo elenco di questi bacteri e io ne citerò qualcuno per curiosità.

Fra gli assolutamente anaerobi c'è lo Spirillum Rugula ed è quello che produce gli odori fecali; c'è il B. Amilobacter, il quale liquefa gli albuminoidi, gli idrocarburi, le cellulose e produce parecchi gas. Questo bacterio si trova sempre in tutte le materie animali o vegetali in decomposizione fuori del contatto dell'aria, ed è sempre presente nelle feci.

La classe degli anaerobi anfibi, chiamiamoli così, unita a quella degli aerobi è assai più numerosa e non è il caso di leggerne tutta la serie. Citerò il B. Coli Communis, che sviluppa molto idrogeno, il B. Subtilis, che consuma rapidamente l'ossigeno, e infine i due più importanti: il Nitrosomonas, che ha l'ufficio di ossidare l'ammoniaca convertendola in nitriti, e sopratutto il Nitrobacter, il quale in compagnia del bacillo precedente converte le sostanze ammoniacali nel loro prodotto ultimo di nitrati.

Oltre ai bacilli si rinvengono anche degli streptococchi, forse i più virulenti fra i bacteri. Ma però sono esseri delicati e perdono presto la loro vitalità. Questi streptococchi, presenti negli intestini degli animali, non prosperano nell'acqua o nel terreno, se non quando la inquinazione sia recente.

Oltre ai bacteri si trovano dentro le acque di spurgo anche altri organismi più complessi, come piccoli vermi, infusori, alghe, ecc., i quali tutti aiutano fino ad un certo punto lo spappolamento e la trasformazione delle materie sospese.

Ed ora vediamo per quale serie di processi chimici questi bacteri producono tutta la purificazione già menzionata. Avverto che si tratta di spurghi diluiti nell'acqua dei cessi. Al primo momento e per breve periodo cominciano ad agire i microbi aerobi, i quali si valgono dell'ossigeno disciolto nell'acqua fresca per ossidare alqnanto le sostanze organiche e specialmente l'urea; poi incomincia il lavorìo dei bacteri anaerobi dapprima dentro i canali e poi più seriamente dentro la prima vasca. Questi bacteri lavorano personalmente per loro conto, ma poi accelerano la liquefazione delle materie sospese mediante cèrte loro secrezioni, che gl'inglesi chiamano enzimi, per cui si allarga d'assai il loro campo d'azione. Queste secrezioni corrispondono ai nostri fermenti digestivi, come la pepsina, la pancreatina, ecc. Il risultato del loro lavoro è quello di decomporre le albumine, fermentare l'urea con produzione di carbonato d'ammoniaca, formare acidi organici, fermentare la cellusa e gli idrocarburi e finalmente scomporre i grassi.

Durante questo processo essi svolgono molti gas, tra cui l'idrogeno e il gas

delle paludi. Si capisce come ciò sia possibile, perchè infatti nelle paludi sotto la superficie delle acque stagnanti devono avvenire fenomeni analoghi. Questi gas non sono stati ossidati, quindi possono venire bruciati e nella città di Exeter se ne approfittano e tengono acceso un becco a gas di quelli ordinari stradali. Da misure fatte a Manchester ed in America risulta che 100 litri di liquido dànno in media 6·7 litri di gas. La produzione maggiore si ottiene durante i mesi più caldi.

Dopo questo primo periodo della liquefazione e della fermentazione c'è un periodo intermedio di azione semi-anaerobica e semi-aerobica, in cui è già necessaria la presenza di una certa quantità d'ossigeno, oltre quella della luce diffusa, e che si compie nel canale distributore che va dalla Septic Tank ai filtri.

Questo periodo del trattamento biologico è molto importante e in generale non gli si dà la dovuta importanza. I suoi prodotti caratteristici sono l'ammoniaca, abbondanza di nitriti, e finalmente vari gas, fra cui l'azoto.

Viene poi il terzo ed ultimo stadio, quello della completa ossidazione dei composti precedenti, la quale ha luogo nei filtri per mezzo degli aerobi.

Viene spontaneo il pensiero che questa ossidazione si potrebbe forse ottenere anche senza l'aiuto dei microbi, colla semplice azione dell'aria facendo cadere l'acqua in zampilli ovvero in cascatelle. Ma la supposizione non è giusta. Le formole chimiche dimostrano che per nitrificare 100 mc. di acque sporche, esse dovrebbero venir aerate con 50 mc. d'aria pura.

Nel 1897 furono fatte a Manchester molte esperienze a proposito e si venne alla seguente conclusione:

« Si ottiene una ossidazione efficace colla esposizione all'aria solo quando » l'acqua è in strati sottili e sta esposta per lungo tempo. In pratica non è pos- » sibile ottenere una buona ossidazione con alcun sistema di cascate ».

Noi abbiamo visto invece che in seguito alla liquefazione delle sostanze organiche se ne ottiene poi l'ossidazione nei filtri coi bacteri aerobi in soli pochi minuti.

Benchè una grande quantità d'aria sia necessaria, il fatto è però che non si tratta solo di ossidazione: il risultato più importante è quello della nitrificazione.

Perchè essa proceda bene si devono verificare certe condizioni:

1) L'ammoniaca deve essere già stata prodotta con un lavorìo precedente;

2) Vi si deve trovar presente qualche base alcalina per neutralizzare gli acidi che si producono. A questo scopo conviene immettere negli spurghi tutte le lavature di sapone;

3) La soluzione non deve essere troppo carica d'urina, non più del 12 0|0. Se si devono trattare solo stalle od orinatoi bisogna diluire tutto con acqua.

4) Infine ci vuole oscurità e libera ammissione d'aria.

Avute così le debite precauzioni, l'effluente resta scevro da ogni putredine, bene ossidato e presenta una percentuale abbastanza notevole di nitrati. Nell'impianto di Farington le analisi fatte dopo un giorno di pioggia diedero una percentuale di 1,5 centigrammi di azoto nitrico sotto forma di nitrati per litro. Bisogna notare che la pioggia aveva avuto un doppio effetto, quello di disturbare il lavorìo

dei microbi cadendo loro addosso intempestivamente, e infine quello di diluire la soluzione. Con i procedimenti seguiti dallo Scott-Monerieff, egli giunse ad ottenere in una caserma, dove si mangiava molta carne, una nitrificazione di 15 centigrammi per litro, e nei casi ordinari di ville private può ottenere dai 7 ai 9 centigrammi.

Un'altra questione si affaccia alla mente a questo punto e immagino che pure voi vorrete indagare se il liquido resta purificato anche dal lato bacteriologico. Veramente credo che avvenga una certa purificazione bacteriologica, ma essa non è completa. Il liquido non resta sterilizzato.

Esso presenta il vantaggio di non essere più soggetto a putrefazione e vi possono vivere i pesci; ma, ripeto, le analisi bacteriologiche vi segnano ancora la presenza di molti bacteri. Del resto in tutti i sistemi usati presentemente per sbarazzarci dagli spurghi non si ricorre mai alla loro sterilizzazione, e i bacteri immersi nei corsi d'acqua o sparsi per i prati vanno a finire in modo che non sappiamo. Sappiamo però che la luce del sole, che ci benefica in tanti altri modi, serve pure a paralizzare la vitalità dei bacteri e la loro influenza nociva. Tuttavia, per avere un'idea completa del trattamento naturale riporterò i risultati di alcune esperienze fatte in proposito, avvertendo che bisogna accoglierli come relativi piuttostochè assoluti, stante la grande varietà di spurghi e di fognature. Anzitutto è naturale e prevedibile che i bacteri debbano tanto più scarseggiare, quanto più l'acqua viene privata delle materie albuminoidi e delle sostanze organiche in putrefazione.

Inoltre si accentuerà fra essi la lotta per la vita e trionferanno quelli che si troveranno nelle circostanze per loro più adatte, circostanze che si sono andate sperimentalmente modificando a favore dei bacteri della nitrificazione.

Il dott. Rideal si è giovato di un impianto fatto da Scott-Monerieff per esaminare la natura del liquido mentre passa cadendo successivamente da un filtro all'altro e verificò che quanto esso è più aerato e nitrificato, minore diventa la possibilità che vi sopravvivano dei bacteri patogeni. Per esempio, nel filtro dove c'era la maggiore quantità di azoto nitrico e minor quantità di ammoniaca il numero dei B. del Coli Communis era diminuito del 98,5 o|o. Verificò pure che in quello stesso filtro erano sparite completamente le spore del B. Enteridis, il quale è capace di produrre forti diarree.

Per quel che riguarda la febbre tifoide, esperienze scientifiche dimostrano che alcuni organismi liquefacenti hanno un effetto germicida sui bacilli del tifo, cosicchè il soggiorno di questi in una Septic Tank diminisce per essi la probabilità di sopravvivere.

Tutto ben considerato il sistema naturale non presenta al riguardo alcuna inferiorità rispetto agli altri sistemi. Quand'anche si avessero a disposizione vaste zone di terreno adatto sabbioso o calcare e vi si facessero fluire sopra gli spurghi per filtrarli, non si otterrebbero risultati migliori, perchè vi mancherebbe il previo trattamento anaerobico.

Ed ora espongo i principali dati costruttivi.

La prima vasca, la Septic Tank, deve avere una capacità uguale almeno al flusso totale delle fogne nelle 24 ore. Basterebbero solo 8 ore per l'azione anaero-

bica, ma i regolamenti inglesi vogliono che le vasche possano servire a trattare almeno 3 volte la quantità ordinaria di spurgo dei tempi asciutti, per provvedere al caso di pioggierelle, così la loro capacità si fa tripla, ossia di 24 ore. In generale si cosruiscono 2 vasche consimili, che lavorano alternativamente e servono pei casi di pioggia che aumentino la portata a 6 volte quella ordinaria.

La Septic Tank può farsi coperta o scoperta. Quando è scoperta si forma spesso alla superficie del liquido una specie di crosta, che esclude l'aria e serve quindi da copertura. Tuttavia si consiglia coprire la vasca mediante volta, se non è troppo grande.

Un punto ancora non ben risolto è quello della melma che si deposita al fondo della vasca.

Trattandosi di case private e piccoli impianti non è il caso di badarvi, perchè essa è minima, e, come ho già osservato, anche colle semplici fosse Mouras c'è quasi mai bisogno di svuotare la vasca per levarne la melma. Parecchi impianti fatti dallo Scott-Monerieff per caserme di 1000-1500 soldati, funzionano da anni e non c'è mai stato bisogno di una svuotatura delle vasche anaerobiche.

Negli impianti fatti per borgate o per città grandi si manifesta in generale la neeessità di togliere ogni tanto della melma; ma questo non è poi un grande aggravio per un Municipio, e neppure un grande fastidio.

Negli impianti ben fatti l'accumulo si fa assai lentamente, per esempio, a Finchley, con 22 000 abitanti, e a Willesden, sobborgo di Londra con 115 000 abitanti, questa melma si mantiene di uno spessore quasi costante e non si asporta se non dopo parecchi mesi. Ad Acton, altro sobborgo di Londra con 38 000 abitanti, dopo un anno di prova lo spessore melmoso era di 20-25 centimetri. Anzi, secondo gli studi e le esperienze più recenti, pare che il deposito melmoso (sludge) possa venire totalmente eliminato e mi fu citato il caso di Birmingham, in cui praticamente parlando, il problema è stato già risolto in modo favorevole.

Ed ora passiamo alle seconde vasche: le aerobiche, funzionanti da filtri.

La loro costruzione è assai più difficile e richiede molta pratica ed attenzione. L'area dei filtri dipende da vari fattori, cioè qualità e densità del liquido, qualità del materiale filtrante e spessore del filtro stesso.

A Farington, dove la filtrazione è eccellente, l'area totale dei filtri è di 370 mq., ossia circa 1 mq. ogni 600 litri di spurgo al giorno.

Nella cittadina di Exeter si sperimentò dapprima colle acque di una frazione di circa 2000 abitanti, e trovati ottimi i risultati, si decise di applicare il sistema a tutta la città, che ha una popolazione di 46 000 abitanti. Il flusso ordinario per giorno è di circa 4800 mc. e l'area dei filtri risulta di circa 1 mq. ogni 5 persone.

Quanto allo spessore del filtro, esso non deve essere eccessivo per non impedirne la ventilazione. A Farington abbiamo già detto che è di 0,90, ad Exeter è di 4 piedi, ossia m. 1,20.

Vari sono i materiali che possono servire da filtro. Nei due casi citati viene adoperata la scoria di carbone (clinker). Siccome il materiale filtrante deve servire da nido e da appoggio ai bacteri, molti pensano che adoperando un materiale po-

roso si abbia il vantaggio di ottenere una superficie utile maggiore, ma l'idea non è del tutto giusta.

I bacteri aerobi hanno bisogno di aria pura per prosperare, e invece producono durante il loro lavorìo abbondanza di acido carbonico, che deve venire espulso. Il materiale poroso invece lo assorbe e impedisce quella rapida ventilazione che è necessaria. I migliori materiali sono quelli duri. Possono servire pezzetti di mattoni cotti forti, e sovratutto le pietre.

Avuta l'area, lo spessore e il materiale del filtro, la massima importanza va data al modo in cui si sparge il liquido sul filtro. Lo si deve spargere anzitutto in modo uniforme su tutta l'area e poi bisogna indovinare con precisione l'intervallo da una filtrazione alla successiva.

In piccoli impianti casalinghi, come quelli di Scott-Moncrieff, è facile spargere le acque in modo uniforme sovra una piccola area, e la si può anche lasciare scorrere e gocciolare in modo continuo senza che i microbi restino esausti da un soverchio lavoro. Ma per impianti grandi la cosa non è tanto facile e sono rari i meccanismi che in pratica facciano buona prova. Quello da me visto a Farington, e già descritto, funziona egregiamente. Con un simile appatecchio la casa Mather e Platt è già riuscita a filtrare, per esempio, a Bucklow, due milioni di galloni di spurghi per acre di filtro, ossia più di 2000 litri per mq.

Si credeva dapprincipio che ci volessero parecchie ore perchè i bacteri potessero mineralizzre il liquido già preparato, ma poi si è visto che è un'operazione di pochi minuti. A Farington tra uno spruzzamento e l'altro corrono 5 minuti, a Birmingham 7 1|2.

Questo intervallo di sosta fra uno spruzzamento e il successivo ha pure un altro vantaggio. Se i filtri non sono abbastanza aerati, vi si sviluppano materie parassitarie, di natura fibrosa e gelatinosa, che mandano a male tutta l'operazione. Esse invece spariscono se si lascia il filtro in riposo e lo si espone all'aria. I periodi sopraddetti d'intervallo sono più che sufficienti allo scopo e nello stesso tempo sono i meglio indicati per ottenere un buou effluente.

Recentemente un altro perfezionamento è stato introdotto nel sistema, e consiste nell'aiutare l'azione aerobica con una leggera ventilazione artificiale. Così si è fatto a Filadelfia negli Stati Uniti, a Cleveland, e, visti i buoni risultati ottenuti, subito altri 19 impianti sono stati progettati.

Ecco i risultati di Cleveland: riduzione dell'ammoniaca 98 0|0, riduzione dei bacteri 99 0|0.

Finora vi ho parlato del processo biologico, in cui i due trattamenti, l'anaerobico e l'aerobico, sono ben distinti; vi nominai pure quello del Dibdin, detto del doppio o del triplo contatto. Il Dibdin fa passare successivamente il liquido in tante vasche filtranti, lasciandolo parecchie ore in ciascun filtro.

I risultati sono anche abbastanza buoni, perchè in pratica questi filtri, che tengono il liquido fermo per molte ore, finiscono per agire anche da vasche anaerobiche, mentre negli strati superiori più vicini all'aria lavorano contemporaneamente i microbi aerobi.

Però questa doppia trasformazione è ben distinta, ed è utile distinguerla in pratica, perchè non si può negare che siano dissimili due processi, di cui il primo produce dei gas che bruciano, e il secondo dei gas che spengono la fiamma.

Oltre alle acque domestiche e alle acque di pioggia possono essere immesse nei canali neri le acque industriali delle fabbriche, acque di rifiuto delle tintorie, delle cartiere, fabbriche di lana, seta, sapone, fabbriche di birra, ecc. In linea generale queste acque non nuociono alla efficacia degli impianti biologici. Qualcuno potrebbe immaginare che i rifiuti antisettici possano distruggere la vitalità dei bacteri, ma nell'uso pratico essi restano talmente diluiti, che l'effetto non è sentito, tranne casi eccezionali. C'è però forse una eccezione da fare, trattandosi di fognature pubbliche, ed è per le acque di rifiuto delle fabbriche di gas-luce, perchè, immettendo il catrame dentro i filtri biologici, potrebbero portarvi degli inconvenienti.

Se si tratta poi di fabbriche ed opifici isolati, le cui acque di rifiuto debbano venire scaricate nei canali, anche là si possono usare i filtri biologici, previa però in molti casi una precipitazione chimica colla calce o col ferro.

Molte volte con simili processi chimici i proprietari sono riusciti a ricuperare dei composti utili, per es. materie grasse o coloranti, in maniera da ripagare ampiamente le spese fatte.

Ed ora è tempo che venga alla conclusione di questa chiacchierata, formulando alcuni quesiti.

1º Quesito. — Il sistema ora descritto è possibile introdurlo in Italia? Certamente si incontreranno delle difficoltà, dovendo vincere l'inerzia delle consuetudini. E sappiamo di qual genere esse siano. Accenno appena al fatto che in alcune provincie mancano talora fino i luoghi comodi, ma dobbiamo confessare che anche nell'Italia Settentrionale spesso la pulizia sanitaria è la Cenerentola fra le virtù civili del nostro popolo.

Questo stato di cose non durerà certo in eterno. E se una volta i nostri borghi, i nostri paeselli erano illuminati in modo primitivo con fiammelle d'olio, o petrolio, o magari solo dai raggi di bianca luna, e poi d'un tratto sono passati senza transizione ai metodi più moderni e perfetti della illuminazione elettrica, nulla impedirebbe che dai sistemi più antiquati di fogne passassero subito a quello più moderno e razionale del trattamento biologico.

2º Quesito. — Il sistema è materialmente possibile fra noi? Si può dubitare che il gelo vi si opponga; ma farò osservare che l'Inghilterra, l'America del Nord, la Germania, non sono paesi più caldi dei nostri. Inoltre le acque in discorso trattengono sempre un poco del loro calore primitivo; vi si aggiunga il calore della fermentazione, e si capirà che le vasche anaerobiche non dovranno gelare, come non gelano i soliti pozzi neri.

Nei periodi successivi l'acqua è in movimento, e allora non bastano nè 5, nè 10 gradi sotto zero per gelarla.

In massima il nostro paese essendo più caldo di quelli esteri, l'azione biologica sarà ancora più attiva.

3° Quesito. — Il sistema è poi conveniente? È certamente conveniente dal lato agricolo. Uno dei nostri scienziati calcolava che gli spurghi contenessero un valore fertilizzante di cinque franchi per abitante adulto.

Negli anni scorsi un altro scienziato, il Crooks, leggendo un suo studio sul grano, diceva che in Inghilterra si mandavano al mare circa L. 16 000 000, pari a franchi 400 000 000, in materiale azotato contenuto negli spurghi delle città. In Italia si avrebbe dunque *una ricchezza disponibile* di 125-150 milioni di lire per anno, e la nostra città sola getterebbe in Po, a fognatura compiuta, una ricchezza azotata di 1-1 1|2 milioni di franchi.

Ammesso pure teoricamente che si trovi nelle fogne tutta questa ricchezza, qualcuno penserà che poi, all'atto pratico, col trattamento dei filtri si riuscirà ad estrarne forse il cinque, forse il dieci, al massimo il venti per cento.

La natura, in questo caso, ci è più provvida di quello che ci immaginiamo. Fu fatto osservare al Congresso di Southampton che con buoni filtri si può ottenere la nitrificazione di 90 0|0 dell'azoto totale che si trova nelle fognature. E questa è una cifra rispettabile.

Si obbietterà forse ancora che il nitrato è troppo diluito nell'acqua per essere efficace.

Consideriamo alcune cifre al riguardo.

Il Nobbe ha ideato una soluzione che dovesse contenere nelle loro proporzioni ideali tutti i principii fertilizzanti necessari alle piante. In essa dovrebbero trovarsi centigrammi 8,2 d'azoto per litro.

Or bene noi abbiamo già visto che in alcuni casi la percentuale dell'azoto nitrico può variare appunto dai 7 ai 9 centigrammi per litro.

Ma lasciando stare i casi eccezionali, risulta dalla media dei casi generali in Inghilterra che gli effluenti dei tempi asciutti contengono 3,2 centigrammi per litro di azoto nitrico, o circa 4 centigrammi d'azoto totale, ossia la metà della quantità ideale desiderata dal Nobbe.

In Italia si è meno prodighi d'acqua sia nelle latrine, sia nei bagni, e quindi la percentuale dei nitrati sarà un po' più alta, e ad ogni modo sarà sempre utile all'agricoltura.

Le coltivazioni che potrebbero venirne avvantaggiate sono parecchie: quelle del grano turco, dei prati d'erbe naturali, ossia le marcite, quelle delle barbabietole, delle patate, le risaie, le piante da frutta, ecc.

Questo sistema è anche utile per un altro verso. Vi sono infatti paeselli che attualmente difettano di buona acqua potabile e debbono accontentarsi dell'acqua dei pozzi. Eppure a portata di mano scorrono canali, di cui gli abitanti non si attentano far uso, perchè sono inquinati, per es., dai rifiuti delle fabbriche vicine. Tolta col processo biologico questa causa d'inquinamento, le acque dei canali potrebbero venire più facilmente trattate e cambiate in buone acque potabili, pari alle più apprezzate.

4° Quesito. — Il sistema è poi veramente pratico e dimostrato tale dall'esperienza?

La risposta è data chiaramente dal numero considerevole degli impianti fatti e dal favore che è andato rapidamente acquistandosi.

Il Municipio della città di Manchester ha fatto un' inchiesta a proposito ed ha verificato che su 31 delle città maggiori dell'Inghilterra, ben 22 avevano adottato o intendevano adottare il trattamento bacteriologico, e altre cinque non lo adottavano per semplici ragioni locali. A questa cifra si aggiungano gli impianti per piccole cittadine, opifici, case private, in Inghilterra, nel Nord America, nel Sud Africa, in Germania, Francia e si vedrà che omai questo sistema è stato provato e trovato ottimo. E tutto ciò nel volgere di pochi anni.

Ho qui una copia qualunque del « Sanitary Record », che mi fu inviata per un articolo che mi poteva interessare. Ebbene fra gli avvisi vi trovo subito quello di due appalti per impianti bacteriologici, uno a Wellington nel Somerset, e un altro a Basford.

Si vede quindi che gli impianti vanno moltiplicandosi. E la ragione è semplice. Infatti il trattamento biologico può farsi dovunque; non richiede nè grandi aree, nè terreni speciali, e dà i migliori risultati desiderabili.

Io credo che esso potrà essere utile anche al nostro Paese.

Infatti sappiamo che l'agricoltura è depressa e la si deve rialzare con tutti i mezzi possibili più razionali e più moderni; sappiamo che molti paesi mancano di buona acqua potabile, ed è necessario alla salute pubblica l'eliminazione d'ogni causa di inquinamento.

L'esempio stesso dato dalle classi dirigenti, di volerci sbarazzare da ogni materia immonda e putrida, avrebbe poi un effetto educativo non disprezzabile sulle classi popolari.

Si sa che in ogni cosa nuova e non molto praticata la fantasia scorge delle difficoltà, ma sarà còmpito degli ingegneri il trionfarne.

Io credo, in conclusione, che il sistema naturale di purificazione ora descritto avrà un avvenire proficuo anche in Italia, ed è con tale persuasione che io mi sono permesso di sottoporlo al vostro esame e spero alla vostra approvazione.

16 Aprile 1904.
